

Bernd Oberbarnscheidt, Bernd Herold und Martin Geyer, Potsdam-Bornim

## Wirkung mechanischer Belastungen auf Speisezwiebeln

**Die Qualität von Speisezwiebeln wird durch mechanische Belastung bei der Ernte und Aufbereitung beeinträchtigt. Die Belastbarkeit der Zwiebeln hängt einerseits von der Häufigkeit und andererseits von den Spitzen- sowie den Integralwerten der Belastungen ab. Das Schädigungsrisiko läßt sich mit Hilfe von Belastungsgrenzwerten abschätzen, die für verschiedene Bedingungen ermittelt und in Beziehung zu Meßdaten der Druckmeßkugel PMS-60 gebracht wurden.**

Während der Ernte und Nachreifeaufbereitung werden Speisezwiebeln sehr häufig mechanisch belastet. Diese Belastungen – vorwiegend Stöße – rufen sowohl äußerlich sichtbare als auch innere Schädigungen an den Zwiebeln hervor. Sie können zu beträchtlichen Masseverlusten durch erhöhte Atmung, Verderb und vorzeitiges Keimen während der Lagerung führen.

Das Ziel unserer Untersuchungen war, ausgehend von der Bewertung der Zwiebelbeschädigung durch definierte mehrfache Belastungen ein Abschätzverfahren für das Schädigungsrisiko der Zwiebel in der Praxis zu entwickeln.

### Zwiebelbeschädigung unter definierten Bedingungen

Handgeerntete Zwiebeln der Sorte „Rijnburger Balstora“ wurden für Falltests bei vier Fallhöhen und zwei unterschiedlich harten Aufprallflächen (Stahlplatte und frei gespanntes Gurtband) verwendet [1]. Die Belastungshäufigkeit wurde so gewählt, daß sich zwei unterschiedliche Niveaus der äquivalenten Fallhöhensumme (Anzahl der Fallstufen multipliziert mit der Fallhöhe) ergaben. Von jeder Variante wurden Proben mit 15 kg Zwiebeln über fünf Monate gelagert. Nach der Lagerung wurden die Masse- und Qualitätsverluste (Masse der gefaulten und gekeimten Zwiebeln) dieser Proben im Vergleich zu unbelasteten Proben bewertet.

Die höchsten Lagerverluste - 26 % (ge-

genüber etwa 14 % bei der unbelasteten Vergleichsprobe) – wurden auf Stahl bei einer Fallhöhensumme von  $6 \cdot 105$  cm festgestellt; bei äquivalenter Summe von  $18 \cdot 35$  cm jedoch nur 23 % auf Stahl (Bild 1).

Der Aufprall auf Gurtband führt zu geringeren Verlusten. Anders als bei Stahl sind die Verluste bei  $8 \cdot 35$  cm höher als bei  $6 \cdot 105$  cm Fallhöhensumme.

### Beziehungen zwischen Zwiebelbeschädigung und mechanischer Belastung

Zwischen den Lagerverlusten LV und dem Belastungs-Input wurde mittels Regressionsanalyse eine Vorhersagebeziehung für das Beschädigungsrisiko erarbeitet. Als Belastungs-Input dienen unter äquivalenten Bedingungen erfaßte Meßdaten (Anzahl der Stöße  $n$ , die Spitzenkraft  $F_{max}$ , die Summe der Spitzenkräfte  $\Sigma F_{max}$ , das Belastungsintegral BI und die Summe der Belastungsintegrale  $\Sigma BI$ ) der Druckmeßkugel PMS-60 [2, 3]:

$$LV = 13,9 - 0,566 \cdot n + 0,054 \cdot F_{max} - 0,0027 \cdot \Sigma F_{max} - 9,8 \cdot BI + 3,31 \cdot \Sigma BI$$

(Bestimmtheitsmaß  $r^2 = 0,71$ )

Mit Hilfe dieser Beziehung wurden zulässige Belastungsschwellen berechnet. Als zulässige Schwelle wurde eine Belastung definiert, die zu einer signifikanten Zunahme der Lagerverluste (5 %) gegenü-

ber der unbelasteten Vergleichsprobe führt. Die für ein bis zehn Stöße resultierenden Belastungsschwellen werden durch Linien im Spitzenkraft-Belastungsintegral-Diagramm dargestellt (Bild 2). Zum Beispiel sollten die Spitzenkräfte bei fünfmaligen Stößen der Zwiebeln gegen eine harte Aufprallfläche 130 N (etwa 40 cm Fallhöhe) oder gegen eine weiche Aufprallfläche 80 N (etwa 110 cm Fallhöhe) nicht überschreiten.

Die gemessenen Belastungsdaten lassen sich dann in acht Bereiche unterschiedlichen Beschädigungsrisikos einstuft (Bild 3). Stößen und Quetschungen werden getrennt bewertet:

#### Belastungsbereiche 1, 2 und 3

Schwache Stöße und Quetschungen geringer Wirkung (zusätzliche Masseverluste < 5 %)

#### Belastungsbereiche 4, 5 und 7

Zunehmend starke Stöße (Bereich 7 und 5 unzulässig hoch), technische Verbesserung erforderlich (zusätzliche Masseverluste > 5 %)

#### Belastungsbereiche 6 und 8

Zunehmend starke Quetschungen (Bereich 6 in einzelnen Fällen zulässig, im Bereich 8 unzulässig hoch), technische Verbesserung erforderlich.

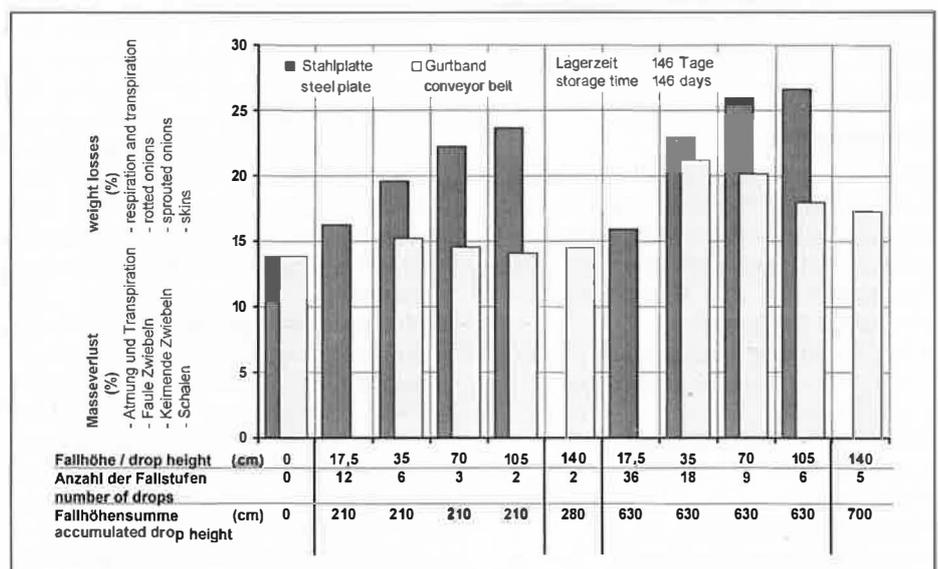


Bild 1: Masseverluste stoßbelasteter Speisezwiebeln nach fünfmonatiger Lagerung

Fig. 1: Weight losses of dropped bulb onions after five months storage

Dr. Martin Geyer ist Leiter der Abteilung „Technik im Gartenbau“ am Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Zanke). Dr. Bernd Oberbarnscheidt und Dr. Bernd Herold sind Mitarbeiter in dieser Abteilung.

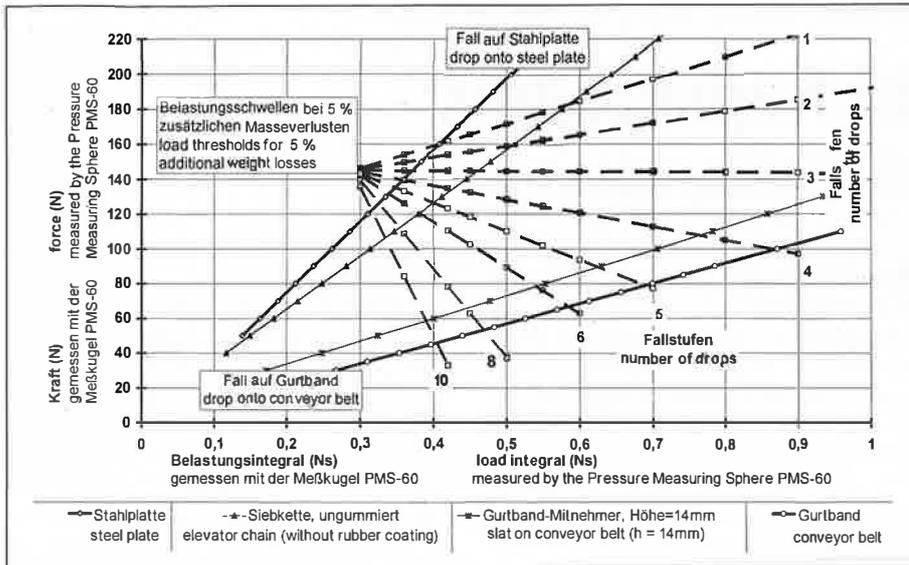


Bild 2: Beziehungen zwischen Spitzenkraft und Belastungsintegral sowie Anzahl der Fallstufen für 5% zusätzliche Masseverluste

Fig. 2: Relations between PMS-60 peak load and load integral as well as number of drop steps for 5% additional onion weight losses

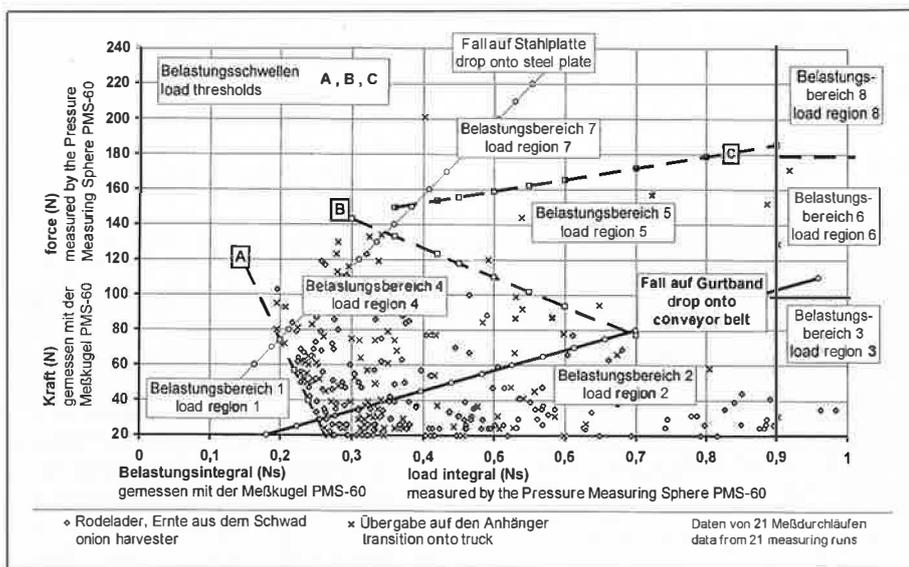


Bild 3: Meßwerte der mechanischen Belastung bei der Ernte von Speisezwiebeln und Zuordnung zu den acht unterschiedlichen Belastungsbereichen. Zur Gliederung der Belastungsbereiche werden die Schwellen A, B und C genutzt, die sich für Masseverluste von 1% bei zehn Fallstufen (A) und für je 5% Masseverluste bei fünf (B) oder zwei (C) Fallstufen ergeben.

Fig. 3: Measured PMS-60 data of mechanical load data when harvesting onion and its allocation to eight different load sections in the peak load integral diagram. For classifying load sections, the thresholds A, B and C are used, representing weight losses of 1% and ten drop steps (A) and for weight losses of 5% and five drop steps (B) and two drop steps (C)

### Belastungserfassung unter Praxisbedingungen

Mit Hilfe der Druckmeßkugel PMS-60 wurden unter Praxisbedingungen die Be-

lastungen von der Ernte bis zur Lagerung erfaßt (Tab. 1).

Über 200 Belastungen je Zwiebel wurden registriert; zumeist Stoßbelastungen

Tab. 1: Durchschnittliche Anzahl von Belastungen pro einzelne Zwiebel bei der Ernte und Aufbereitung und Einstufung in die acht Belastungsbereiche

Belastungsbereich	1, 2 & 3	4, 5 & 7	6 & 8
Ernte	147,7	10,1	0,2
Verladen	3,4	0,9	0,0
Aufbereitung bis zur Lagerung	48,4	4,4	0,0
Summe	199,5	15,4	0,2

Table 1: Average number of loads per single bulb onion during harvesting and handling, and classification of loads into the eight load regions

mit Integralwerten unter 0,9 Ns (Bild 3). Im Durchschnitt traten vier Stöße mit Spitzenkräften über 100 N und 0,2 Stöße mit Spitzenkräften über 180 N auf. Beim Roden auf Schwad wurden nur leichte Stöße verzeichnet. Stärkere Stöße traten beim Schwadernten auf. Die höchsten Belastungen wurden bei Übergabe auf das Transportfahrzeug festgestellt. Vom Entladen des Fahrzeugs bis zum Lager wurde eine große Zahl mittlerer und leichter Stöße registriert.

### Schlußfolgerungen

Durch mehrfache Belastung werden während der Lagerung von Speisezwiebeln signifikant höhere Masseverluste verursacht. Die Verlustwirkung hängt sowohl von der Höhe und der Anzahl der Fallstufen als auch von der Härte der Aufprallfläche ab. Für Stöße gegen Stahl besteht eine eindeutig positive Korrelation zwischen Fallhöhe und Masseverlust; hier lassen sich durch Verringerung der Fallhöhe stets auch die Lagerverluste reduzieren. Beim Fall auf Gurtband ohne feste Abstützung läßt sich eine negative Korrelation der Masseverluste zur Fallhöhe ableiten. Beim weichen Stoß kann also eine einzige größere Fallstufe günstiger sein als ein Fallbrecher mit mehreren Stufen.

In der praktischen Verfahrenstechnik sind häufig zu viele Belastungen sowie in Einzelfällen sehr hohe Spitzenwerte der Stoßkraft festzustellen. Technische Verbesserungen sind möglich durch optimierte Betriebsweise (etwa der Siebkette des Roders) und Reduzierung von unnötig vielen und ungünstig gestalteten Übergabestellen (Fallhöhenreduzierung, Polsterung harter Aufprallflächen).

### Literatur

- [1] Oberbarnscheidt, B., B. Herold und M. Geyer: Speisezwiebeln – mechanisch belastet bei Ernte und Aufbereitung. Gemüse (1996), 8, S. 492-496
- [2] Herold, B., G. Siering und I. Truppel: Comparison of measuring spheres as means to determine mechanical stress on fruits during handling. IV Int. Symp. on Fruit, Nut and Vegetable Production Engineering, Valencia-Zaragoza/Spain, 1993, March 22-26, vol.2, pp. 35-42
- [3] Herold, B. und H. Hempel: Mechanische Beanspruchung von Kartoffeln beim Sortieren. Landtechnik 49 (1994), H. 4, S. 230-231

### Schlüsselwörter

Mechanische Belastung, Beschädigung, Speisezwiebel, Bewertungsmethode

### Keywords

Mechanical load, damage, bulb onion, evaluation method